Aus dem Röntgeninstitut der Universität Bern
Direktor: Prof. Dr. Ad. Liechti
Arbeit unter der Leitung von Dr. W. Minder

Strahlenbiologische Versuche an der Vicia faba equina in verschiedenen Bereichen des Ultraviolett

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doctor medicinae
der Universität Bern

vorgelegt von
Emil Hügi
aus Luzern

BUCHDRUCKEREI C. J. BUCHER AG., LUZERN

1942

Aus dem Röntgeninstitut der Universität Bern
Direktor: Prof. Dr. Ad. Liechti
Arbeit unter der Leitung von Dr. W. Minder

Strahlenbiologische Versuche an der Vicia faba equina in verschiedenen Bereichen des Ultraviolett

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doctor medicinae
der Universität Bern

vorgelegt von
Emil Hügi
aus Luzern

BUCHDRUCKEREI C. J. BUCHER AG., LUZERN

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Auf Antrag des Herrn *Prof. Dr. Adolf Liechti*
zum Druck als Dissertation genehmigt.

Bern, den 28. Oktober 1942.

Der Dekan:
Prof. Dr. A. v. Muralt.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547623_0055

Strahlenbiologische Versuche an der Vicia faba equina in verschiedenen Bereichen des Ultraviolett

I. Einleitung

Ein Hauptzweck strahlenbiologischer Versuche liegt darin, die grundlegende Frage nach dem Zusammenhang zwischen Dosis und Dosiswirkung abzuklären. Dabei ist die wichtigste Teilfrage wohl die nach der sogenannten „biologischen Primärwirkung". Wäre nämlich die biologische Primärwirkung über den ganzen Spektralbereich etwa zwischen Infrarot und γ-Strahlen genau bekannt, so wäre es möglich, den Verlauf der im allgemeinen als sekundär anzusehenden Prozesse, die unter den Begriff der biologischen Strahlenwirkungen zusammengefaßt werden, weitgehend zu verstehen. Diese biologischen Strahlenwirkungen bestehen in einer Veränderung der Lebensprozesse des betreffenden biologischen Objekts. Diese Veränderungen sind sehr mannigfaltiger Natur und sehr wesentlich durch die Reaktionsmöglichkeit und die Reaktionsweise des Objekts bedingt.

Im allgemeinen ist es aus experimentellen Gründen nicht möglich, mehrere Reaktionen gleichzeitig zu betrachten, sondern durch den Versuch werden an das Objekt möglichst genau definierte Fragen gestellt, und es wird dabei diejenige Reaktion zur Kontrolle der Strahlenwirkung verwendet, welche auf die gestellte Frage wenn möglich quantitative, d. h. meßbare Angaben vermittelt.

Durch Veränderung der Versuchsbedingungen bei gleichbleibender Fragestellung und gleichbleibendem Objekt gelangt man dann schließlich zu allgemeiner gültigen Schlußfolgerungen. Durch Variation des Objekts bei gleichen Bedingungen erhält man allgemeine Angaben über die Reaktion des biologischen Objekts.

Die in unserm Institut bisher untersuchten Strahlenarten umfaßten besonders Röntgenstrahlen verschiedener Qualität, ferner β- und γ-Strahlen der radioaktiven Stoffe und Licht der Wellenlängen zwischen kurzwelligem Ultraviolett und der äußersten Grenze des sichtbaren Spektrums (zirka 800 mμ).

Als Objekte wurden bisher untersucht verschiedene Bakterienarten (Prodigiosus, Pyocyaneus, Coli), Wurmeier (Ascaris megalocephala), Puppen von Drosophila melanogaster, ferner Pflanzenkeimlinge (Vicia faba equina, Triticum vulgare, Secale cereale).

Als Reaktionen wurde bei den Bakterien kontrolliert das Wachstum auf Agarplatten, bei den Wurmeiern die Fähigkeit der Entwicklung, ebenfalls bei den Drosophilapuppen, und schließlich bei den Pflanzenkeimlingen die Veränderung des Längenwachstums und der karyokinetische Index.

E. Bogenmann (3) untersuchte Puppen von Drosophila melanogaster mit verschiedenen Spektralbereichen des Ultraviolett und fand dabei, daß die Schädigungskurve eine ausgesprochene Sigmoide ist. Das Empfindlichkeitsmaximum des Objekts liegt in der Gegend von etwa 280 mμ.

A. Liechti (1) fand früher übereinstimmende Resultate bei Versuchen mit Eiern von Ascaris megalocephala. Die Erklärung dieser Resultate führen beide Autoren *(Liechti* und *Bogenmann)* darauf zurück, daß in beiden Objekten die Wellenlängen unterhalb etwa 250 mμ durch die dicke Chitinhülle so stark absorbiert werden, daß sie nicht mehr zur Wirkung gelangen können.

H. Schweigert (4) untersuchte Puppen von Drosophila melanogaster auf die Wirkung von β-Strahlen und gefiltertem Ultraviolett. Aus dem Ultraviolett wählte er einen Ausschnitt aus, der bei ungefähr 366 mμ ein Maximum aufwies. Er fand dabei einen ausgesprochenen S-förmigen Verlauf der Schädigungskurve.

Uns stellt sich besonders das Problem, ob es verschiedene Reaktionen gibt, wenn man etwa aequivalente Mengen Ultraviolett verschiedener Wellenlänge auf ein und dasselbe Objekt anwendet. Die Aequivalenz wurde an der Puppe von Drosophila melanogaster durch frühere Versuche festgestellt.

Bei Röntgen-, γ- und β-Strahlen ist in verschiedenen Spektralbereichen, respektive β-Strahlengeschwindigkeiten, eine verschiedene Empfindlichkeit, abgesehen von Extremfällen, nicht zu erwarten. Im Ultraviolett dagegen ist von vorneherein eine sehr starke Wellenabhängigkeit der Empfindlichkeit des Objekts zu erwarten, weil das Ultraviolett verschiedener Wellenlängen sehr verschieden absorbiert wird. Ferner ist das kurzwellige Ultraviolett biologisch bedeutend wirksamer als das langwellige. Dies gilt aber nur für Objekte, welche keine undurchlässige Umhüllung haben, wie z. B. Bakterien (Prodigiosus). Hier fand man, daß mit abnehmender Wellenlänge, auf gleiche Energiemengen bezogen, die biologische Wirkung sehr rapid ansteigt, und zwar ungefähr exponential. Bei Objekten mit Umhüllung, wie Eier von Ascaris megalocephala und Puppen von Drosophila melanogaster, findet man im kurzwelligen Ultraviolett wieder einen starken

Abfall der biologischen Wirkung *(Liechti* und *Bogenmann)*. Die Ursache dieses Abfalls ist, wie schon oben erwähnt wurde, die dicke Chitinhülle, welche die beiden Versuchsobjekte umgibt und welche Wellenlängen von unterhalb 250 mμ absorbiert, so daß sie nicht mehr zur Wirkung gelangen können.

Es ist nun eine erste Aufgabe der vorliegenden Arbeit, festzustellen, ob es verschiedene Reaktionen gibt, wenn man etwa aequivalente Mengen Ultraviolett aus verschiedenen Spektralbereichen auf ein neues Objekt wirken läßt. Weiter stellt sich uns die Aufgabe, die biologische Wirkung mit variabler Wellenlänge für unser Versuchsobjekt (Vicia faba equina) zu kontrollieren. Dabei ist besonders der Vergleich mit andern Objekten von Interesse.

Aus der Arbeit von *E. Bogenmann* (3) sehen wir, daß für Puppen von Drosophila melanogaster der am stärksten wirksame Bereich in der Gegend von 280 mμ liegt. Ist nun auch ein spezieller Bereich des Ultraviolett bei Vicia faba equina besonders wirksam?

Gibt es keinen solchen Bereich, dann ist zu erwarten, daß die energiereichern kurzwelligen Strahlen stärker wirksam sind als die energieärmern langwelligen.

Ist aber ein solcher Bereich vorhanden, so liegen zwei Möglichkeiten vor:

1. Entweder wird ein bestimmter Bereich vom Objekt besonders absorbiert und gelangt deshalb besonders zur Wirkung (Absorbtion in der empfindlichen Schicht).
2. Oder es wird irgendwo an der Oberfläche (z. B. Epidermis) kurzwelliges Ultraviolett absorbiert, so daß es nicht mehr zur biologischen Wirkung gelangt (Absorbtion in der Ueberschicht).

Die einzelnen Fragen werden später eingehend behandelt werden.

II. Methodik

1. Material

Zu den Versuchen wurde die Wurzel von Vicia faba equina verwendet. Dabei diente als Reaktion die Aenderung des Längenwachstums als Folge der Bestrahlung. Die von *H. Holthusen* (5) aufgestellten Forderungen an ein Testobjekt sind bei diesem Material weitgehend erfüllt:

1. Die Reaktion des Objekts läßt sich täglich ziemlich einfach messen. Um die biologische Variabilität des Wurzelwachstums in angemessenen Grenzen zu halten, haben wir eine große Anzahl Keimlinge verwendet und daraus den Mittelwert bestimmt.

2. Durch eine sehr weitgehende Auslese wurde ein ziemlich gleichmäßiger Primärzustand des Ausgangsmaterials geschaffen.
3. Durch viele Versuche, welche mit der Vicia faba equina ausgeführt wurden, ist sichergestellt worden, daß das Objekt sehr strahlenempfindlich ist, daß sich in der Wurzelspitze sehr lebhafte Wachstumsvorgänge abspielen. Das Objekt läßt sich leicht im Strahlenkegel plazieren, und somit kann auch den physikalischen Faktoren Rechnung getragen werden.
4. Das Objekt läßt sich gut in großen Mengen beschaffen, und das Arbeiten damit ist relativ einfach.

Zur Vorbehandlung wurden etwas mehr als die dreifache Anzahl der zu einem Versuch benötigten Bohnen ausgelesen. Es wurden nur Bohnen von mittlerer Größe, mit glatter Oberfläche, frei von mechanischer und parasitärer Schädigung verwendet. Die Bohnen mit geschrumpfter Oberfläche wurden ausgesondert. Die ausgelesenen Bohnen wurden nun für 24 Stunden in Leitungswasser zum Quellen gelegt. Hierauf wurden die gequollenen Bohnen möglichst flach auf lockeres und mit Leitungswasser angefeuchtetes Sägemehl gepflanzt, das beim leichten Auspressen gerade noch tropfte. Das Sägemehl wurde vorher sterilisiert. Diese Saatschalen wurden mit ein bis zwei Lagen weißem Löschpapier zugedeckt und für 3 Tage in einen dunklen Raum gestellt. Das Löschpapier wurde jeden Tag mit Leitungswasser angefeuchtet. Der Raum, in welchem die keimenden Bohnen aufbewahrt wurden, hatte eine konstante Temperatur von 19 Grad C und war ständig verdunkelt. Am vierten Tage waren die Keimlinge soweit gewachsen, daß wir sie zur Bestrahlung auslesen konnten. Die Auslese wurde nach der Wurzellänge vorgenommen und schwankte gewöhnlich zwischen 1 bis 3 cm. Verwendet wurden Bohnenkeimlinge, deren Längenunterschied nicht größer war als 50 %. Diese Keimlinge wurden zu Gruppen von je 6 Bohnen mit centripetal gegen die Lichtquelle gerichteten Wurzeln auf kleine Kartonteller in feuchtes Sägemehl gebettet und so der Bestrahlung ausgesetzt.

Nach der Bestrahlung wurden die Keimlinge in Akkumulatorengläser, welche mit feuchtem Sägemehl angefüllt waren, verpflanzt. Zwischen Glaswand und Sägemehl waren die Gläser mit weißem Löschpapier ausgekleidet, in welches wir an 6 symmetrischen Stellen Löcher machten. Durch diese wurde ein Glasstab zwischen Löschpapier und Glaswand herabgestoßen. Die Bohnen wurden so verpflanzt, daß die Bohne in feuchtem Sägemehl lag und die Wurzel durch das Loch gesteckt wurde und so zwischen Löschpapier und Glaswand zu liegen kam. Der Glasstab hielt der Wurzel den Weg frei für ihr geotropes Wachstum.

Für je eine Versuchsreihe brauchten wir 144 Keimlinge plus 6 oder 12 Bohnen als Kontrollen; pro Filter 24 Bohnen à 4 Portionen zu je 6 Bohnen.

2. Technik der Bestrahlung

Als Bestrahlungsquelle diente uns eine Quecksilberdampflampe: Original Hanau, Typ Jubiläumshöhensonne SR 300. Die Lampe war in einem Abstand von 42½ cm vom Tisch aufgestellt, mit senkrecht auf die Tischplatte gerichtetem Strahlenkegel. In ca. 2 cm Abstand vom Lampenschirm war ein 19,5 cm hoher, oben und unten verschlossener Zylinder aus Hartstoff angebracht, der den nahezu gleichen Radius hatte wie der Lampenschirm. Aus der obern Zylinderdeckfläche wurde ein kreisrundes Loch von 3,5 cm Durchmesser und aus der untern Deckfläche eine quadratische Oeffnung von ca. 72 qcm herausgeschnitten. Im Zylinder selbst brachten wir einen Träger für unsere Filter an, die wir durch eine an der Zylinderwand angebrachte Oeffnung bequem wechseln konnten, ohne dabei die Versuchsanordnung zu stören. Wir mußten diese Anordnung so wählen, weil wir nur auf diese Weise am Bestrahlungsort ein homogenes Lichtfeld bekommen konnten. Als Kühler verwendeten wir einen Ventilator, der ständig während der ganzen Dauer der Versuche lief. Die Versuchsanordnung blieb während der ganzen Dauer dieser Arbeit unverändert stehen, somit hatten die physikalischen Faktoren keine wesentlichen Veränderungen erfahren.

Die Bestrahlungszeiten wurden mit der Stoppuhr genau kontrolliert und streng inne gehalten.

3. Bestrahlungszeiten

Wir haben in der Einleitung schon erwähnt, daß das energiereiche kurzwellige Ultraviolett bedeutend wirksamer ist als das energieärmere langwellige. Dieser Annahme haben wir unsere Bestrahlungszeiten angepaßt. Diese Anpassungszeiten basieren aber auf einem andern Objekt, nämlich der Puppe von Drosophila melanogaster.

Wir benutzten bei unsern Versuchen drei Filterpaare, und die Bestrahlungszeiten der einzelnen Filter stehen im einfachen mathematischen Verhältnis 1 : 2, 1 : 4, 1 : 8 zueinander.

Wir führten folgende Versuchsreihen mit folgenden Filtern durch:

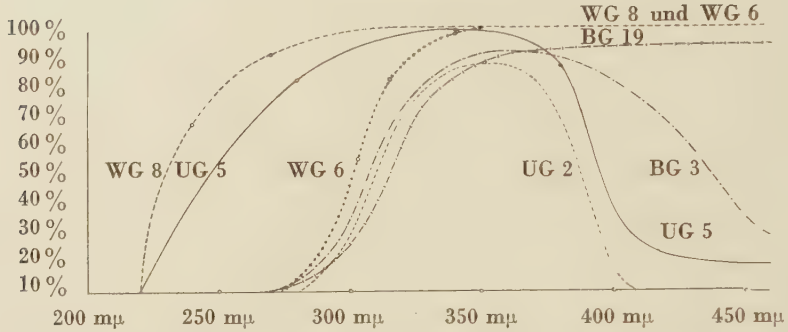
UG 5 / WG 8 — 30, 60, 120 und 240 Sek.

BG 3 / WG 6 — 60, 120, 240 und 480 Sek.

UG 2 / BG 19 — 120, 240, 480 und 960 Sek.

Diese Bestrahlungszeiten stellen bezüglich ihrer Wirkung ungefähr aequivalente Mengen dar. Sie sind aber bei dem Versuchsobjekt Drosophila melanogaster bestimmt worden.

4. Spektralbereiche



Wir wollen hier kurz die verwendeten Spektralbereiche charakterisieren und haben deshalb die prozentuale Durchlässigkeit der Filter in Abhängigkeit von der Wellenlänge dargestellt. Die Grenzen unseres Spektralbereiches liegen zwischen 200 mμ bis 2800 mμ. Wir sehen aus den Durchlässigkeitskurven, daß in der Gegend von 250 mμ und 315 mμ größere Unterschiede auftreten. Dies geschah deshalb, weil *E. Bogenmann* (3) und *Ad. Liechti* (1) an der Puppe von Drosophila melanogaster und Eiern von Ascaris megalocephala maximale Empfindlichkeit bei 280 mμ gefunden haben.

Filter WG 8 ist ein farbloses Filterglas. Seine Durchlässigkeit steigt von 220 mμ sehr rasch an und hat bei 240 mμ 63 %, bei 270 mμ 90 % und bei ungefähr 330 mμ 100 % Durchlässigkeit erreicht. Von hier läßt es alle Strahlen durch bis ins Infrarote.

Filter UG 5 ist ein ausgesprochenes Ultraviolettglas. Von 220 mμ steigt die Durchlässigkeit praktisch linear an und hat bei 280 mμ 80 % Durchlässigkeit. Bei 340 mμ ist das Maximum mit 99 % erreicht. Von 380 mμ an erfolgt ein sehr rapider Abfall. Von 430 mμ an ist die Durchlässigkeit konstant und beträgt ca. 10 %. Es unterscheidet sich vom WG 8 dadurch, daß der sichtbare Teil des Spektrums zum größten Teil wegfällt.

Filter BG 3 ist ein Blauglas. Sein Unterschied zu den Filtern WG 8 und UG 5 besteht darin, daß der kurzwellige Teil des Ultraviolett nicht durchgelassen wird. Die Durchlässigkeit beginnt mit 270 mμ ganz allmählich, um bei 300 mμ 27 % zu erreichen, und steigt weiter an bis 366 mμ, wo das Maximum liegt, dann folgt ein steter Abfall gegen das kurzwellige Sichtbare hin. Von 530 mμ an ist das Filter wieder durchlässig.

Filter WG 6 beginnt seine Durchlässigkeit bei 275 mμ und steigt ziemlich steil an, um bei 282 mμ 12 %, bei 302 mμ 53 %, bei 312 mμ 76 % und bei 334 mμ 95 % Durchlässigkeit aufzuweisen. Das Maximum der Durchlässigkeit ist bei 355 mμ erreicht mit 100 % und bleibt konstant bis 2800 mμ. Dieses Filter läßt also das ganze Sichtbare und sehr viel Ultrarot passieren.

Filter UG 2 ist ein ausgesprochenes Ultraviolettglas. Seine Durchlässigkeit beginnt bei 280 mμ, erreicht bei 302 mμ 27 %, bei 312 mμ 80 % und hat dann bei 350 mμ ungefähr das Maximum. Es folgt ein steiler, praktisch linearer Abfall bis zu 405 mμ, wo noch 2 % durchgelassen werden. Das Filter UG 2 zeigt eine Aehnlichkeit mit dem Filter UG 5. Der Unterschied liegt darin, daß UG 2 einen Spektralbereich von ca. 14 mμ Breite weniger passieren läßt. Auch fällt bei UG 2 der ganze Teil des übrigen Spektrums aus.

Filter BG 19 beginnt mit seiner Durchlässigkeit bei 280 mμ, sie steigt in Form einer ganz steilen S-Kurve an. Es läßt bei 302 mμ 27 %, bei 312 mμ 50 %, bei 334 mμ 80 % durch. Von hier an verläuft die Durchlässigkeitskurve flach. Bei 365 mμ werden 90 % durchgelassen, bei 400 mμ 92 %. Von hier an bleibt die Durchlässigkeit konstant. Es absorbiert bis 800 mμ nicht. Filter BG 19 hat große Aehnlichkeit mit Filter WG 6. Der Unterschied liegt besonders darin, daß WG 6 sehr viel Ultrarot passieren läßt und BG 19 dagegen kein Ultrarot. Weiter wird vom BG 19 ein Spektralbereich von ungefähr 15 mμ Breite im kurzwelligen Ultraviolett weniger durchgelassen als vom Filter WG 6.

III. Resultate

Um das große Zahlenmaterial übersichtlich darstellen zu können, wählten wir Tabellenform. Die einzelnen Versuchsreihen wurden graphisch dargestellt.

Es wurden dargestellt, das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum für die 4 Bestrahlungszeiten je eines Filters. Weiter haben wir den Bestrahlungseffekt für jedes Filter und pro Bestrahlungszeit ausgerechnet, indem wir das durchschnittliche tägliche Wachstum der bestrahlten Keimlinge in Beziehung brachten zu den unbestrahlten Kontrollen, wobei wir letztere = 1,00 setzten. Für das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum rechneten wir eine Fehlergrenze aus nach der Formel von *Gauß:*

$$\text{Mittlerer Fehler} = \pm \sqrt{\frac{\Sigma\, \Delta^2}{n\ (n-1)}}$$

wobei Δ = Unterschied der Einzellänge zur Durchschnittslänge ist.
n = Anzahl der Versuchsserien.

Übersicht über die Resultate mit dem Filter U G 5

8 Bestrahlungen von je 6 Bohnen mit 30, 60, 120 und 240 Sek. plus 13mal 6 unbestrahlte Kontrollen.

Tabelle I

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum.

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
30 S	17,85	18,29	15,32	13,90	6,74
	± 1,03	± 0,78	± 1,49	± 1,12	± 1,43
60 S	17,59	16,84	14,86	14,81	7,63
	± 0,73	± 1,37	± 1,23	± 1,12	± 1,49
120 S	16,98	15,17	14,90	14,45	7,91
	± 0,03	± 1,35	± 1,01	± 0,83	± 1,12
240 S	17,16	15,14	15,25	13,91	8,79
	± 0,98	± 1,13	± 1,48	± 1,50	± 1,55

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum (Filter U G 5)

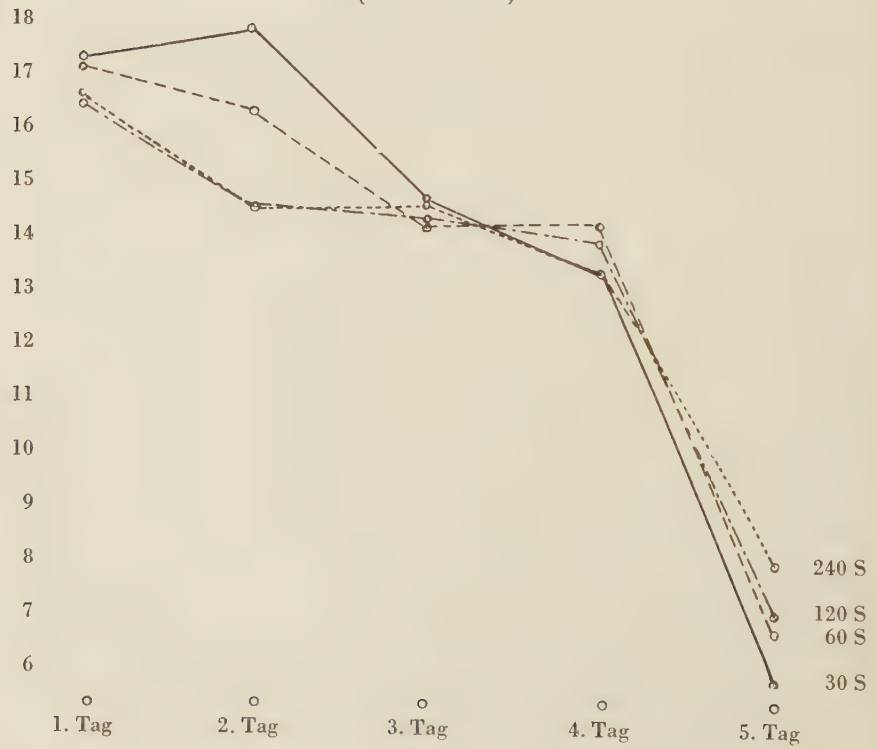
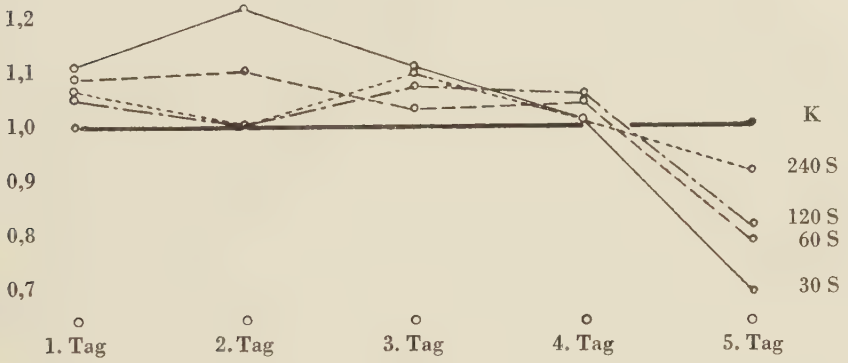


Tabelle Ia

Eingetragen ist das Verhältnis des Tageswachstums durch das Filter UG 5 bestrahlter Bohnen zu unbestrahlten Kontrollen (d. h. Kontrollen = 1,00).

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
30 S	1,104	1,208	1,101	1,016	0,705
60 S	1,088	1,099	1,030	1,040	0,798
120 S	1,050	1,002	1,071	1,056	0,828
240 S	1,061	1,000	1,096	1,016	0,920

Bestrahlungseffekt für Filter UG 5.



Diskussion der Resultate mit Filter U G 5

30 Sek. Wir ersehen aus der graphischen Darstellung des Bestrahlungseffekts eine deutliche Beeinflussung des Wachstums im Sinne einer Förderung vom 1. bis 4. Tag, am 5. Tag eine Beeinflussung im Sinne einer Hemmung. Die Reizwirkung ist am 1. Tag deutlich und beträgt ca. 10 %. (Die Prozentzahl ist leicht ersichtlich aus der Kurve und aus der Tabelle.) Am 2. Tag steigt die Reizwirkung auf das Maximum an von 20 %. Es folgt ein nahezu linearer Abfall vom 2. zum 3. und 4. Tag. Hier ist die Reizwirkung praktisch = 0, d. h. die bestrahlten Bohnen sind gleich den unbestrahlten. Am 5. Tag erfolgt eine Schädigung, welche 25 % beträgt.

60 Sek. Die Kurve verläuft bis zum 3. Tag ziemlich parallel der Kurve von 30 Sek., nur ist am 2. Tag die Wachstumsförderung geringer, nämlich 10 %, am 3. Tag beträgt sie noch 3 % und verläuft bis zum 4. Tag fast horizontal, um am 5. Tag in eine deutliche Hemmung von 21 % überzugehen. Die Schädigung ist hier um 9 % geringer als bei 30 Sek.

120 Sek. Die Kurve sieht aus wie ein liegendes flaches „S". Wir sehen eine Förderung des Wachstums am 1. Tag von 5 %, am 2. Tag ist das Wachstum der bestrahlten gleich demjenigen der unbestrahlten, um am 3. Tag wieder auf 7 % Förderung anzusteigen. Gegen den 4. Tag hin sehen wir einen fast parallelen Verlauf zu 6 %. Am 6. Tag erfolgt eine Hemmung des Wachstums von 18 %. Hier ist also die Schädigung um 3 % geringer als bei 60 Sek.

240 Sek. Der Verlauf vom 1. bis 3. Tag ist nahezu parallel der Kurve von 120 Sek. Am 4. Tag ist die Reizung praktisch gleich Null und fällt weiter fast linear ab bis zum 5. Tag auf 8 % Hemmung. Wenn wir die Resultate dieser Versuchsreihe überblicken, so können wir folgendes zusammenfassend sagen:

1. Die stärkste Wachstumsförderung haben wir bei 30 Sek. am 2. Tag.
2. Die stärkste Wachstumshemmung am 5. Tag bei 30 Sek. von 25 %.
3. Die größeren Bestrahlungszeiten fördern das Wachstum geringer, und zwar je größer die Bestrahlungszeit, umso geringer die Förderung des Wachstums, respect. am 5. Tag umso geringer die Wachstumshemmung.

Übersicht über die Resultate mit dem Filter WG 8

8 Bestrahlungen von je 6 Bohnen mit 30, 60, 120 und 240 Sek. plus 13mal 6 unbestrahlte Kontrollen.

Tabelle II

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum.

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
30 S	18,60	15,89	15,82	13,23	7,95
	±1,06	±0,91	±0,70	±1,06	±1,09
60 S	16,24	16,25	15,68	14,38	9,88
	±1,0	±1,39	±0,81	±1,38	±1,5
120 S	16,48	16,73	17,03	16,95	13,93
	±0,8	±0,86	±1,02	±1,35	±1,12
240 S	18,14	16,02	15,80	15,37	10,17
	±0,64	±0,86	±0,84	±1,24	±1,49

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum (Filter WG 8).

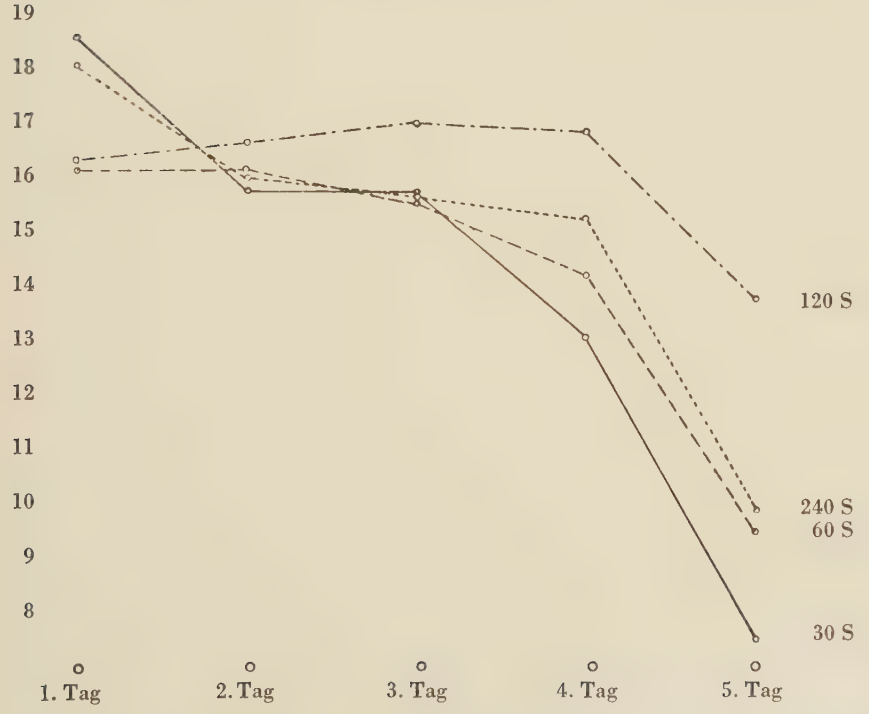
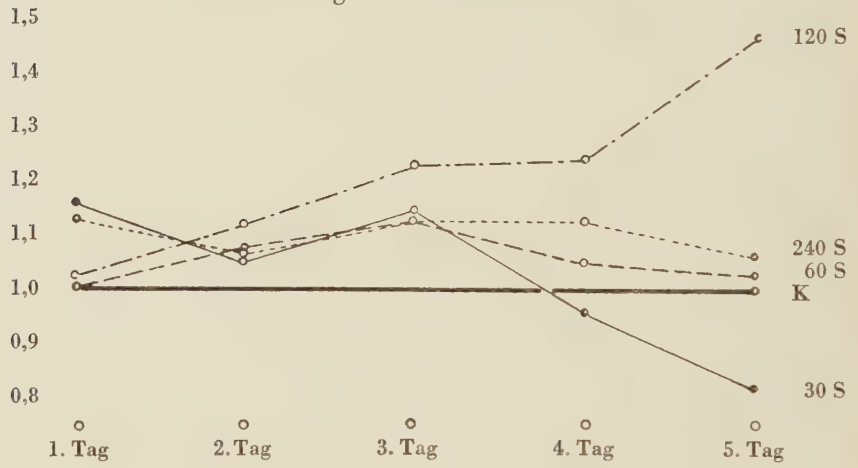


Tabelle IIa

Eingetragen ist das Verhältnis des Tageswachstums durch das Filter WG 8 bestrahlter Bohnen zu unbestrahlten Kontrollen (d. h. Kontrollen = 1,00).

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
30 S	1,150	1,049	1,137	0,967	0,832
60 S	1,004	1,073	1,127	1,051	1,034
120 S	1,019	1,105	1,223	1,231	1,458
240 S	1,121	1,058	1,135	1,123	1,064

Bestrahlungseffekt für Filter WG 8.



Diskussion der Resultate mit Filter WG 8

Die Bestrahlungszeiten sind dieselben wie beim Filter UG 5.

30 Sek. Am 1. Tag haben wir hier die maximale Reizwirkung von 15 %, welche gegen den 2. Tag hin auf 5 % hin abfällt, um erneut wiederum anzusteigen auf 13 % am 3. Tag. Es folgt nun ein fast linearer Abfall der Kurve gegen den 5. Tag hin, wo eine Hemmung von 17 % vorhanden ist.

60 Sek. Am 1. Tag stimmt die Kurve mit den Kontrollwerten überein. Am 2. Tag ist eine leichte Förderung von 7 % zu sehen, welche bis zum 4. Tag ansteigt, und zwar auf 12 %, um dann langsam abzufallen auf 5 % am 4. Tag und 3 % am 5. Tag. Die Kurve zeigt eine typische Wachstumsförderung.

120 Sek. Auch diese Kurve zeigt eine ausgesprochene Wachstumsförderung. Am 1. Tag ist die Förderung am geringsten mit 2 %, steigt dann fast linear an bis zum 3. Tag, wo die Förderung 22 % beträgt, um dann fast horizontal zum 4. Tag zu verlaufen. Am 5. Tag findet ein sehr starker Anstieg auf 46 % statt.

240 Sek. Die Kurve verläuft ziemlich flach und liegt ebenfalls ständig oberhalb der Kontrollwerte. Am 1. Tag ist die Wachstumsförderung 12 %, dann folgt ein Abfall auf 6 % und ein erneuter Anstieg auf 13 % am 3. Tag. Das Abfallen der Kurve am 4. Tag auf 12 % und am 5. Tag auf 6 % ist sehr flach.

Wenn wir die Resultate der Versuchsreihe mit dem Filter WG 8 überblicken, so können wir kurz zusammenfassend folgendes sagen:

Die stärkste Reizwirkung erzielten wir mit einer Bestrahlungszeit von 120 Sek. (2. bis 5. Tag).

Die stärkste Hemmung ist mit einer Bestrahlungszeit von 30 Sek. am 5. Tag vorhanden.

Am ersten Tage sind die Verhältnisse umgekehrt, nämlich die stärkste Förderung erzielten wir mit 30 Sek., mit 120 Sek. aber die geringste.

Übersicht über die Resultate mit dem Filter B G 3

8 Bestrahlungen von je 6 Bohnen mit 60, 120, 240 und 480 Sek. plus 13mal 6 unbestrahlte Kontrollen.

Tabelle III

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum.

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
60 S	17,27	16,09	15,00	13,89	7,02
	± 1,15	± 1,42	± 0,87	± 1,13	± 1,49
120 S	15,76	14,95	13,14	13,22	7,31
	± 1,02	± 0,92	± 1,34	± 1,43	± 1,23
240 S	15,66	15,38	15,00	14,89	10,46
	± 1,04	± 0,64	± 0,97	± 1,28	± 1,49
480 S	15,83	15,17	15,13	16,05	15,40
	± 0,67	± 0,64	± 1,32	± 1,49	± 1,32

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum (Filter B G 3).

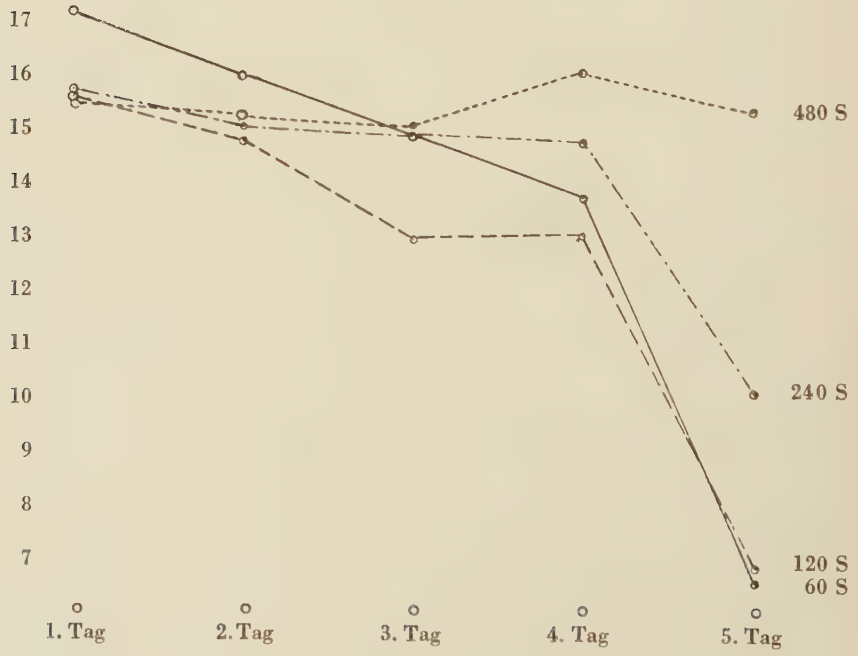
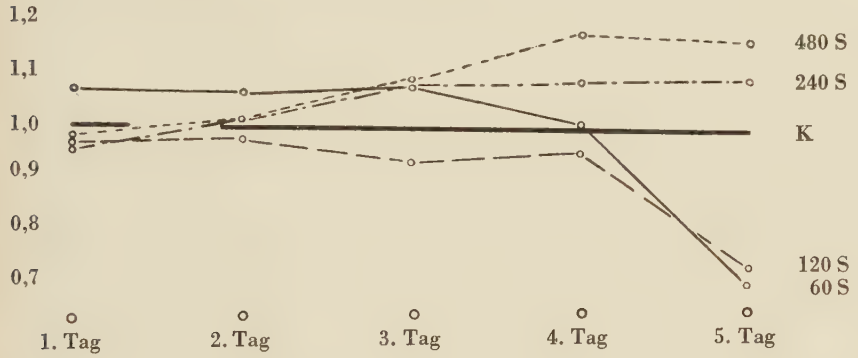


Tabelle IIIa

Eingetragen ist das Verhältnis des Tageswachstums durch das Filter BG 3 bestrahlter Bohnen zu unbestrahlten Kontrollen (d. h. Kontrollen = 1,00).

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
60 S	1,068	1,062	1,078	1,015	0,735
120 S	0,975	0,987	0,944	0,966	0,765
240 S	0,969	1,015	1,078	1,088	1,095
480 S	0,979	1,001	1,087	1,173	1,162

Eingetragen ist das Verhältnis des Tageswachstums durch das Filter BG3 bestrahlter Bohnen zu unbestrahlten Kontrollen (Kontrollen = 1,00).



Diskussion der Resultate mit Filter BG 3

60 Sek. Vom 1. bis 3. Tag haben wir einen fast horizontalen Verlauf der Kurve bei 6 %, respect. 8 % Reizung. Am 4. Tag beginnt ein Abfall auf 1 %, und am 5. Tag fällt die Kurve unter den Wert der Kontrollen, nämlich auf 28 %. Die Hemmung am 5. Tag ist somit eine ziemlich große.

120 Sek. 120 Sek. hemmt ganz ausgesprochen; die ganze Kurve liegt unterhalb der Kontrollwerte. Am 1. Tag ist eine Hemmung von 3 %, am 2. Tag eine solche von 4 % und am 5. Tag sogar eine von 14 % vorhanden.

240 Sek. Die Kurve zeigt eine Hemmung des Wachstums am 1. Tag von 4 %, dann steigt aber am 2. Tag die Kurve über den Kontrollwert auf 1 %, am 3. Tag auf 7 %, am 4. Tag auf 9 %, um auf dem gleichen Wert auch am 5. Tag zu bleiben. Die Kurve zeigt im gesamten einen sehr flachen Verlauf.

480 Sek. Die Hemmung von 3 % am 1. Tag geht am 3. Tag in eine Förderung von 8 % über, wobei am 2. Tag unser Wert gleich dem der Kontrollen ist. Am 4. Tag ist das Maximum der Reizwirkung erreicht mit 17 % und fällt dann ganz leicht ab um 1 % am 5. Tag.

Betrachten wir die Resultate mit dem Filter BG 3 kurz zusammenfassend, so sehen wir folgendes:

1. Eine Reizung haben wir am 1. Tag nur mit 30 Sek.
2. Alle andern Bestrahlungszeiten zeigen am 1. Tag eine Hemmung geringen Grades. Am 2. Tag zeigen alle Zeiten. mit Ausnahme von 30 Sek., einen Wert, der ganz nahe dem Wert der Kontrollen liegt.
3. Vom 4. Tag ist deutlich, daß die beiden kleinern Bestrahlungszeiten hemmend wirken, die beiden größern dagegen stärker fördernd. Am 5. Tag ist dieses Ergebnis noch bedeutend ausgesprochener.

Übersicht über die Resultate mit dem Filter WG 6

8 Bestrahlungen von je 6 Bohnen mit 60, 120, 240 und 480 Sek. plus 13mal 6 unbestrahlte Kontrollen.

Tabelle IV

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum.

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
60 S	17,17	16,67	15,40	13,93	8,58
	±0,97	±0,78	±1,22	±1,08	±1,10
120 S	16,76	16,33	16,91	17,19	9,22
	±1,35	±1,26	±1,01	±0,99	±1,24
240 S	16,32	17,24	17,35	17,60	13,50
	±1,14	±1,05	±0,78	±1,41	±1,47
480 S	16,56	17,25	15,79	15,33	10,07
	±0,81	±1,22	±0,89	±1,39	±1,04

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum (Filter WG 6).

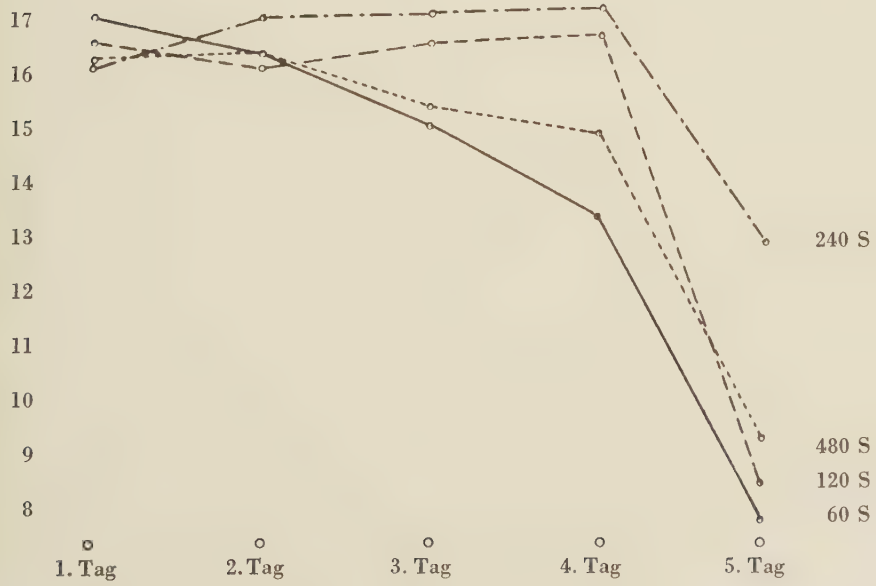
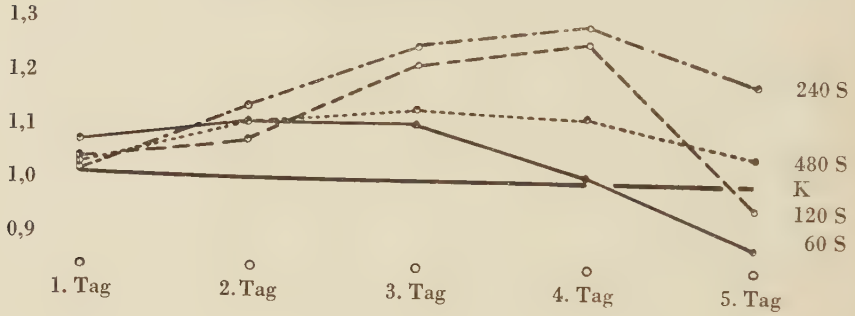


Tabelle IVa

Eingetragen ist das Verhältnis des Tageswachstums durch das Filter WG 6 bestrahlter Bohnen zu unbestrahlten Kontrollen (d. h. Kontrollen = 1,00).

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
60 S	1,062	1,101	1,107	1,018	0,898
120 S	1,037	1,078	1,215	1,256	0,965
240 S	1,010	1,138	1,241	1,286	1,188
480 S	1,024	1,139	1,135	1,120	1,054

Bestrahlungseffekt für Filter WG 6.



Diskussion der Resultate mit Filter WG 6

60 Sek. Die Kurve verläuft sehr flach, beginnt mit einer anfänglichen Reizung von 6 % am ersten Tag, um dann am 2. Tag auf 10 % anzusteigen. Vom zweiten bis dritten Tag ist der Verlauf ein horizontaler und sinkt dann am vierten Tag fast auf den Kontrollwert (1 %) ab. Am fünften Tag ist eine Schädigung von 11 % vorhanden. Es ist dies die einzige Schädigung, welche mit dem Filter WG 6 überhaupt vorkommt (120 Sek. zeigt noch eine kleine Hemmung von 4 % am fünften Tag).

120 Sek. Die Kurve zeigt am ersten Tag eine Wachstumsförderung von 3 %. Der Verlauf der Kurve bis zum 2. Tag verläuft parallel mit der entsprechenden Kurve von 60 Sek. Am 3. Tag beträgt die Reizwirkung 21 % und erreicht am 4. Tag ihr Maximum mit 25 %. Am 5. Tag findet ein starker Abfall der Kurve statt auf 4 % unterhalb des Kontrollwertes.

240 Sek. Die Kurve verläuft ganz ähnlich wie die Kurve von 120 Sek., nur daß die Reizung am 2. Tag 14 %, am 3. Tag 24 % beträgt und am 4. Tag das Maximum von 28 % erreicht ist. Am 5. Tag findet ein Abfall der Reizung statt auf 18 %. Vom 2. bis 4. Tag verlaufen die beiden Kurven (120 Sek. und 240 Sek.) praktisch parallel.

480 Sek. Am 1. Tag sehen wir eine Förderung des Wachstums um 2 %. Am 2. Tag ist das Maximum erreicht mit 14 %. Von hier an findet bis zum 5. Tag ein ganz langsamer Abfall statt, bis zu 5 % am 5. Tag.

Betrachten wir kurz zusammenfassend die Resultate der Versuche mit dem Filter WG 6, so sehen wir folgendes:

1. Vom 1. bis zum 2. Tag verlaufen die Kurven alle innerhalb bestimmter Grenzen nahezu parallel.
2. Am stärksten fördern am 3. und 4. Tag 240 Sek. und 480 Sek.

Übersicht über die Resultate mit dem Filter UG 2

8 Bestrahlungen von je 6 Bohnen mit 120, 240, 480 und 960 Sek. plus 13mal 6 unbestrahlte Kontrollen.

Tabelle V

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum.

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
120 S	15,41	16,04	17,69	17,81	19,64
	± 0,85	± 0,92	± 1,05	± 1,16	± 1,55
240 S	16,17	16,64	16,38	15,80	11,45
	± 0,51	± 1,02	± 1,18	± 1,21	± 1,48
480 S	13,77	15,54	14,97	13,52	9,25
	± 0,84	± 0,91	± 0,71	± 0,84	± 1,12
960 S	11,55	14,08	13,51	11,44	4,78
	± 0,98	± 1,63	± 1,27	± 1,43	± 1,71

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum (Filter UG 2).

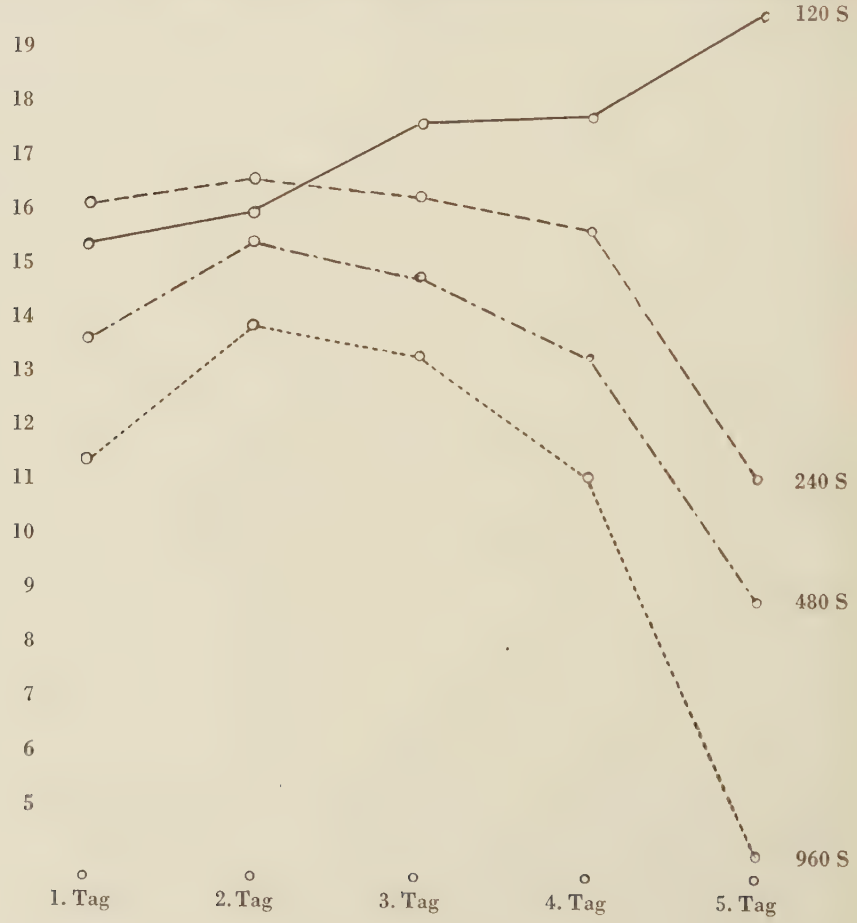


Tabelle Va

Eingetragen ist das Verhältnis des Tageswachstums durch das Filter UG 2 bestrahlter Bohnen zu unbestrahlten Kontrollen (d. h. Kontrollen = 1,00).

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
120 S	0,953	1,059	1,271	1,301	2,056
240 S	1,000	1,099	1,172	1,154	1,167
480 S	0,852	1,026	1,076	0,988	0,968
960 S	0,714	0,929	0,971	0,836	0,426

Bestrahlungseffekt für Filter U G 2.

Diskussion der Resultate mit Filter UG 2

120 Sek. Am 1. Tag sehen wir zuerst eine Hemmung des Wachstums von 5 %. Am 2. Tag ist der Kontrollwert schon überschritten mit 5 %. Vom 2. zum 3. Tag ist ein starker Anstieg des Wachstumsreizes vorhanden bis 27 %, welcher dann etwas flacher ansteigt, bis am 4. Tag 30 % erreicht sind. Die Kurve steigt nun erneut sehr steil an und erreicht den maximalen Wert von 105 %.

240 Sek. Im Vergleich zu der Kurve mit 120 Sek. ein wesentlich flacherer Verlauf. Am 1. Tag ist das Wachstum der unbestrahlten Kontrollen gleich dem Wachstum der bestrahlten Keimlinge. Die Kurve zeigt einen nahezu linearen Anstieg bis zum 3. Tag, wo ihr Maximum erreicht ist mit 17 % Wachstumsförderung. Die Kurve verläuft bis zum 5. Tag praktisch horizontal.

480 Sek. Die Hemmung ist hier am 1. Tag noch stärker als bei der Kurve mit 120 Sek., nämlich 15 %. Am 2. Tag hat die Kurve den Kontrollwert überschritten und zeigt eine geringe Förderung von 2 %, welche bis zum 3. Tag noch zunimmt und ihr Maximum erreicht mit 7 %. Von hier an fällt die Kurve wiederum ab, und zwar am 4. Tag unter den Kontrollwert mit 2 %. Am 5. Tag beträgt die Hemmung 4 %.

960 Sek. Diese Kurve ist eine ganz ausgesprochene Schädigungskurve. Sie erreicht an keinem einzigen Punkte die Kontrollwerte. Am 1. Tag beträgt die Wachstumshemmung 29 %. wird am 2. Tag 8 %, und am 3. Tag ist mit 3 % das Minimum der Hemmung erreicht. Am 4. Tag sehen wir ein erneutes Ansteigen der Schädigung auf 17 %, um am 5. Tag den extremen Wert von 58 % zu erreichen.

Betrachten wir zusammenfassend die Resultate mit dem Filter UG 2, so sehen wir folgendes:

1. Die einzelnen Kurven zeigen sehr starke Differenzen voneinander. Wir haben hier die extremsten Werte der ganzen Arbeit.
2. Am 1. Tag hemmen alle Bestrahlungszeiten das Wachstum. Am wenigsten 240 Sek. Am stärksten 960 Sek.
3. 240 Sek. zeigt am 2. Tag gegenüber 120 Sek. den stärksten Wachstumsreiz.
4. Vom 3. Tag an wirkt die Bestrahlungszeit 120 Sek. stark wachstumsfördernd, 240 Sek. fördert auch noch, aber weniger, 480 Sek. fördert gering, un d960 Sek. hemmt. Diese Verhältnisse werden am 4. und 5. Tag noch viel stärker ausgeprägt.

Übersicht über die Resultate mit dem Filter B G 19

8 Bestrahlungen von je 6 Bohnen mit 120, 240, 480 und 960 Sek. plus 13mal 6 unbestrahlte Kontrollen.

Tabelle VI

Eingetragen ist das tägliche durchschnittliche Wurzelwachstum.

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
120 S	13,84	16,69	16,77	16,34	9,85
	±0,81	±0,69	±0,90	±0,99	±1,55
240 S	14,97	17,54	17,18	16,92	14,63
	±0,74	±0,84	±1,13	±1,15	±1,50
480 S	14,85	16,86	18,94	17,96	15,32
	±1,07	±1,36	±0,99	±1,31	±1,61
960 S	10,99	11,91	12,51	9,88	6,94
	±1,10	±0,98	±1,15	±0,86	±1,40

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum (Filter B G 19).

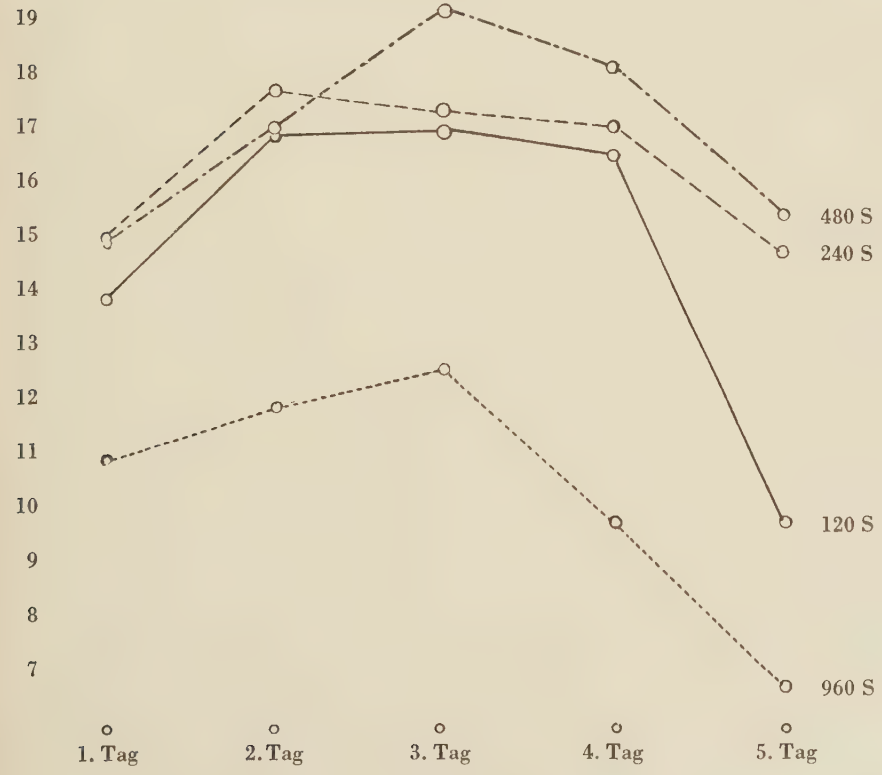
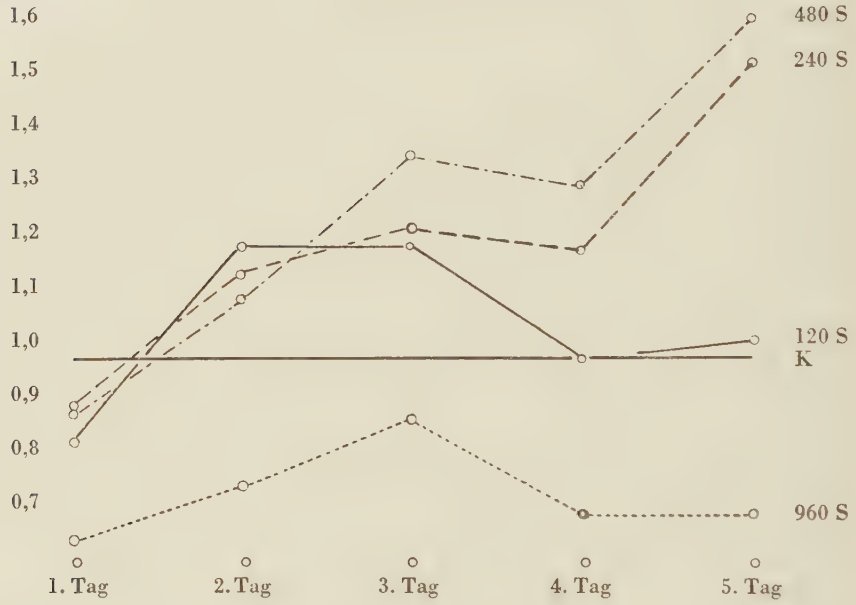


Tabelle VIa

Eingetragen ist das Verhältnis des Tageswachstums durch das Filter BG 19 bestrahlter Bohnen zu unbestrahlten Kontrollen (d. h. Kontrollen = 1,00).

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
120 S	0,856	1,202	1,205	1,017	1,031
240 S	0,928	1,158	1,235	1,190	1,531
480 S	0,918	1,113	1,361	1,312	1,604
960 S	0,680	0,786	0,899	0,722	0,726

Bestrahlungseffekt für Filter B G 19.



Diskussion der Resultate mit Filter BG 19

120 Sek. Am 1. Tag tritt anfänglich eine Schädigung von 15 % ein, der ein steiler Anstieg auf das Maximum der Wachstumsreizung am 2. Tag mit 20 % folgt. Bis zum 3. Tag zeigt die Kurve einen horizontalen Verlauf, um am 4. Tag wiederum abzufallen auf 1 %. Am 5. Tag erfolgt ein erneuter geringer Anstieg auf 3 %.

240 Sek. Am 1. Tag zeigt die Kurve eine Hemmung von 8 %, am 2. Tag einen Anstieg auf 15 % und am 3. Tag auf 23 %. Am 4. Tag ist ein leichtes Absinken der Kurve bis auf 19 %, um am 5. Tag erneut steil anzusteigen auf 53 %.

480 Sek. Am 1. Tag sehen wir praktisch den gleichen Wert wie bei 240 Sek., nämlich eine Hemmung von 8 %. Vom 1. bis 3. Tag ist ein nahezu linearer Anstieg bis zu 36 % Reizung. Am 4. Tag ein leichter Abfall der Reizwirkung auf 32 %, um am 5. Tag erneut und steil auf den maximalen Wert von 60 % anzusteigen.

960 Sek. Diese Kurve ist ähnlich wie die beim Filter UG 2 gefundene, nämlich auch eine ausgesprochene Hemmungskurve. Die Kurve erreicht nirgends, auch nur annähernd, den Kontrollwert. Am 1. Tag haben wir eine Hemmung von 32 %, welche gegen den 3. Tag hin linear abnimmt, wo das Minimum der Hemmung mit 11 % liegt. Dann folgt eine Hemmungszunahme am 4. Tag auf 28 % und bleibt bis zum 5. Tag konstant.

Fassen wir die Resultate mit dem Filter BG 19 kurz zusammen, so sehen wir:

1. Für alle Bestrahlungszeiten (mit Ausnahme von 960 Sek.) verlaufen die Kurven nahezu parallel und in gleichen Grenzen, und zwar von einer anfänglichen Hemmung steigen sie an, überschreiten die Kontrollwerte und zeigen am 2. Tag Werte oberhalb derselben.
2. Die beiden stärksten Reizwirkungen erzielen wir mit den beiden mittlern Bestrahlungszeiten, wobei die mit 480 Sek. stärker ist als diejenige mit 240 Sek.
3. Die Bestrahlungszeit mit 960 Sek. wirkt ganz ausgesprochen hemmend.

Übersicht über die Resultate der Kontrollversuche

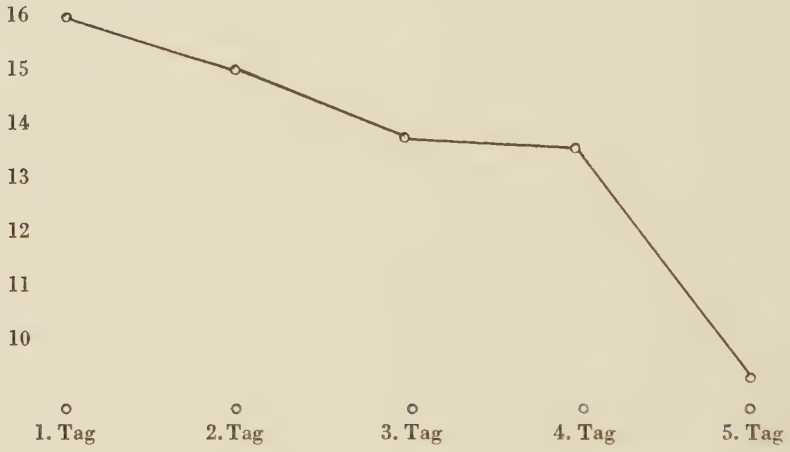
13mal 6 unbestrahlte Kontrollen.

Tabelle VII

Eingetragen ist das tägliche durchschnittliche Wurzelwachstum.

1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
16,16	15,14	13,91	13,68	9,55
$\pm$0,87	$\pm$0,88	$\pm$0,82	$\pm$1,07	$\pm$1,5

Eingetragen ist das durchschnittliche tägliche Wurzelwachstum (Kontrollen).



Angaben zu den Schlußfolgerungen

1. Die beiden Filter WG 8 und UG 5 gehören zusammen. Die Bestrahlungszeiten sind gleich. *Zeiten : 1.* Der Hauptunterschied der beiden Filter liegt im Sichtbaren und Infraroten. Der Unterschied im kurzwelligen Ultraviolett ist klein, WG 8 ist unterhalb 280 mμ durchlässiger als UG 5.

Die Wirkung der Bestrahlungszeiten ist nicht sehr ausgesprochen. Bis zum 4. Tag haben wir in beiden Fällen eine sehr ähnliche Wachstumsbeschleunigung, am 5. Tag haben wir bei UG 5 eine Wachstumshemmung. Beim Filter WG 8 hemmen kleinere Dosen, größere reizen. Die wahrscheinliche Ursache dieser Wirkungsweise ist darin zu suchen, weil das Sichtbare und Infrarote die schädigende Wirkung des Ultraviolett teilweise aufheben. Die Reizwirkung von WG 8 ist im allgemeinen größer als beim Filter UG 5.

2. Filter WG 6 und BG 3 gehören wiederum zusammen. Beide Filter haben gleiche Bestrahlungszeiten. *Zeiten : 2.* Der Unterschied dieser Filter

besteht darin, daß WG 6 im langwelligen Ultraviolett eine etwas größere Durchlässigkeit hat und im Sichtbaren und Infraroten alles durchläßt. BG 3 dagegen läßt im Sichtbaren nur Blau durch bis etwa 470 mμ.

Der Verlauf der Wirkung ist ähnlich wie bei den Filtern WG 8 und UG 5. In den ersten Tagen zeigt WG 6 eine stärkere Reizung als BG 3. Größere Bestrahlungszeiten schädigen bei BG 3 sogar leicht. Am 5. Tag zeigen kleinere Bestrahlungszeiten eine Schädigung, größere eine Reizung. Bei BG 3 ist die Reizung umgekehrt proportional der Dosisgröße. Bei dem Filter WG 6 liegen die Verhältnisse gleich, mit Ausnahme der größten Bestrahlungszeit. Die Inversion ist vielleicht auf den größern Gehalt an Ultraviolett zurückzuführen, der erst bei größern Dosen als Schädigung gegenüber der Beschleunigung in Erscheinung tritt.

3. Die Filter BG 19 und UG 2 haben wiederum gleiche Bestrahlungszeiten. Die *Zeiten* sind gleich *4*. Die Unterschiede dieser beiden Filter im Ultraviolett sind kaum von Belang: UG 2 ist im kurzwelligen Bereich des Ultraviolett, zwischen 300 mμ und 340 mμ, ganz wenig durchlässiger als BG 19. Dagegen enthält BG 19 praktisch den ganzen sichtbaren Teil des Spektrums bis ins Rote. UG 2 läßt gar kein sichtbares Licht durch. Der Verlauf der Wirkung ist bei beiden Filtern ähnlich.

Am 1. Tag schädigen alle Dosen, und zwar praktisch proportional der Dosisgröße. Bis zum 3. Tag haben wir eine Abnahme der Schädigung, respektive eine Zunahme der Reizung. Für das Filter UG 2 ist die Reizung sehr schön proportional der Dosis. Für das Filter BG 19 zeigt die größte Dosis eine Schädigung, bei kleinern Dosen ist die Reizung proportional der Dosis.

Allgemeine Schlußfolgerungen

Die Bestrahlungszeiten verhalten sich wie 1 : 2 : 4. Den weitaus größten Effekt, sowohl bezüglich der Schädigung als auch der Reizung, zeigen die höchsten Bestrahlungszeiten (Filter UG 2 und BG 19). Also ist das Wirkungsmaximum im Bereich dieser Filter zu suchen, im Bereich der Hg-Linie bei 366 mμ. Für die Filter mit Bestrahlungszeit 2 (BG 3 und WG 8) ist die Schädigung, (soweit eine solche vorhanden ist (BG 3), etwa halb so groß wie diejenige des Filters mit der Bestrahlungszeit 4. Daher liegt der wirksame Bereich bei 366 mμ. Für die Spektren mit kurzwelligem Ultraviolett (UG 5 und WG 8) ist eine Schädigung in den ersten Tagen überhaupt nicht vorhanden, daher kann der kurzwellige Bereich (unterhalb 300 mμ) kaum wirksam gewesen sein.

Bezüglich der Schädigung wirken die Bereiche, die nur Ultraviolett enthalten, allgemein mehr als diejenigen, welche den sichtbaren Teil und

Infrarot durchlassen. D. h. die Schädigung durch Ultraviolett wird durch sichtbares Licht und Infrarot teilweise rückgängig gemacht. Das gilt besonders bei größern Entwicklungszeiten (4. bis 5. Tag).

Die wachstumsschädigende Wirkung von Licht auf die Wurzel von Vicia faba equina ist demnach im wesentlichen im Bereich zwischen 300 mμ und 400 mμ zu suchen, mit einem Maximum etwa in der Gegend der stärksten Hg-Linie (366 mμ).

Demgegenüber gibt es aber auch eine das Wachstum fördernde Wirkung des Lichts, und zwar ziemlich sicher im sichtbaren Gebiet. Für Infrarot allein kann kaum eine Wirkung auf unser Versuchsmaterial beobachtet werden. Kurzwelliges Ultraviolett, unter 300 mμ, hat ebenfalls keine wesentliche Wirkung auf das Wachstum. Es steht das höchstwahrscheinlich mit seiner größern Schwächung in den äußern Partien in Zusammenhang, so daß es nicht bis zur Wachstumszone des Keimlings vordringen kann.

Verglichen mit der Schädigung anderer Objekte ist die Schädigung von Keimlingen der Vicia faba equina sehr gering. Diese sind gegen das Licht sehr resistent. (Vergl. Bact. prodigiosus. *Liechti* und *E. Feistmann* (1) und Puppe von Drosophila melanogaster. *E. Bogenmann* (3), *M. Schweigert* (4)).

Literatur:

1. *Ad. Liechti und E. Feistmann:*
Ueber die Empfindlichkeit von Einzellern auf ultraviolettes und sichtbares Licht. Strahlentherapie 62. 1938. 393.

1a. *Ad. Liechti:*
Strahlentherapie 33. 1929. 1.

2. *J. Arnold:*
Untersuchungen über die Wirkung der γ- und β-Strahlen auf das Wachstum von Bohnenkeimlingen.
Diss. 1941 Bern.

3. *E. Bogenmann:*
Strahlenbiologische Versuche mit ultraviolettem Licht an der Puppe von Drosophila melanogaster.
Diss. Bern 1942.

4. *M. Schweigert:*
Der Einfluß von β-Strahlen und gefiltertem Ultraviolett-Licht auf die Puppen von Drosophila melanogaster.
Diss. Bern 1940.

5. *H. Holthusen und R. Braun:*
Grundlagen und Praxis der Röntgenstrahlendosierung.
Leipzig, Thieme 1933.